

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-317389

(P2001-317389A)

(43)公開日 平成13年11月16日(2001. 11. 16)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
F 0 2 D 41/04	3 4 5	F 0 2 D 41/04	3 4 5 H 3 G 0 6 6
17/00		17/00	E 3 G 0 9 2
29/02	3 2 1	29/02	3 2 1 A 3 G 0 9 3
			3 2 1 C 3 G 3 0 1
F 0 2 M 55/02	3 5 0	F 0 2 M 55/02	3 5 0 E

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-136046(P2000-136046)

(22)出願日 平成12年5月9日(2000. 5. 9)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 山崎 大地

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72)発明者 倉田 尚季

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

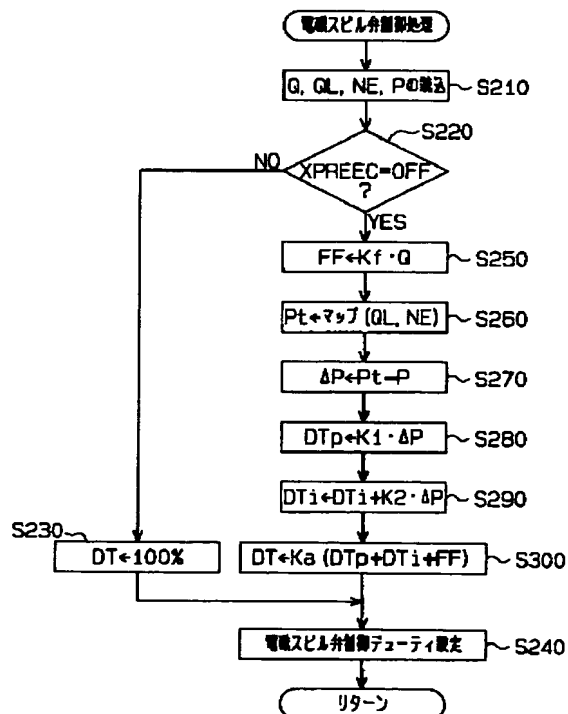
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関制御装置

(57)【要約】

【課題】自動停止により内燃機関が停止しても圧縮行程噴射に対して十分な燃料圧力を長期にわたって維持して、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めることができる筒内噴射式内燃機関制御装置の提供。

【解決手段】自動停止直前フラグXPREEC=「ON」では(S220で「NO」)、電磁スビル弁の制御デューティDT=100(%)として(S230)自動停止直前に燃料圧力Pを上昇させている。このため、その後、エンジンが停止しても高い燃料圧力Pから低下して行くので、圧縮行程にて燃焼室内へ適切な燃料噴射ができなくなる燃料圧力に低下するまでには長時間がかかることになる。したがって自動始動後に直ちに圧縮行程噴射ができる可能性が高まり、圧縮行程噴射の頻度を高めることができ、十分に燃費等の向上を達成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料ポンプから圧送された燃料を燃料噴射弁から燃焼室内に直接噴射することで生じた混合気に点火プラグにより点火する筒内噴射式内燃機関の運転中に、該内燃機関の運転状態が自動停止条件を満足した場合に内燃機関を自動停止し、自動始動条件を満足した場合に内燃機関の運転を自動始動する筒内噴射式内燃機関制御装置であって、

前記自動停止直前に燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させる燃料昇圧手段を備えたことを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【請求項2】請求項1記載の構成において、前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に、前記燃料ポンプの圧送量を最大に調整することにより、燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させることを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【請求項3】請求項2記載の構成において、燃料噴射弁側の燃料圧力が設定開弁圧以上になると開弁して燃料噴射弁側から燃料を排出するリリーフ弁が備えられるとともに、

前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に設けられた昇圧継続期間の間、前記燃料ポンプの圧送量を最大に調整することにより、前記リリーフ弁が一時的に開弁するように燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させることを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【請求項4】請求項1記載の構成において、前記燃料ポンプの圧送量の調整により、燃料噴射弁側の燃料圧力を内燃機関の運転状態に応じた目標燃圧に調整する燃圧制御手段を備え、

前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に、前記燃圧制御手段における内燃機関の運転状態に応じた目標燃圧を増圧側へ補正することにより、燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させることを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【請求項5】請求項1または4記載の構成において、燃料噴射弁側の燃料圧力が設定開弁圧以上になると開弁して燃料噴射弁側から燃料を排出するリリーフ弁が備えられるとともに、

前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に燃料噴射弁側の燃料圧力を前記リリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させることを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【請求項6】請求項5記載の構成において、前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に燃料圧力を前記リリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させた後、昇圧継続期間の間、燃料圧力を前記リリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させる処理を継続させることを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料ポンプから圧

送された燃料を燃料噴射弁から燃焼室内に直接噴射することで生じた混合気に点火プラグにより点火する筒内噴射式内燃機関制御装置に関するものである。特に、筒内噴射式内燃機関の運転中に、内燃機関の運転状態が自動停止条件を満足した場合に内燃機関を自動停止し、自動始動条件を満足した場合に内燃機関の運転を自動始動する筒内噴射式内燃機関制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、アイドル時などのように内燃機関が低負荷状態にある場合には希薄燃焼を実現して高出力と燃費の低減を両立させるとともに、二酸化炭素などの排気量を低減する筒内噴射式内燃機関が知られている

（特開平10-299543号公報）。このような筒内噴射式内燃機関では、希薄燃焼時にて確実に混合気に点火させるために、圧縮行程時に燃料噴射を行い、点火プラグ周りに濃い燃料が成層した状態にして点火燃焼させる成層燃焼を実行している。そして、理論空燃比にて燃焼を行う場合には、吸気行程にて燃料噴射を行い、燃焼室全体に燃料が均一に分散した状態にして燃焼させる均質燃焼を実行している。

【0003】また、自動車用内燃機関において、燃費の改善などのために自動車が交差点等で走行停止した時に内燃機関を自動停止し、発進操作時にスタータを回転させて内燃機関を自動始動して自動車を発進可能とさせる自動停止始動装置、いわゆるエコノミーランニングシステムが知られている（特開平10-47104号公報）。

【0004】したがって前述した筒内噴射式内燃機関に対して、上記自動停止始動装置を組み合わせることにより、一層の燃費の改善がなされることが期待される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、筒内噴射式内燃機関における圧縮行程時の燃料噴射では、高圧の燃焼室内に燃料を噴射する必要性から、筒内噴射式内燃機関では高圧燃料ポンプにより燃料を高圧化し燃料噴射弁側に圧送している。

【0006】しかし、このような筒内噴射式内燃機関を、自動停止始動装置により自動停止させた場合、高圧燃料ポンプも停止することから、自動停止の間は高圧燃料が燃料噴射弁側に供給されなくなる。このため燃料配管を含めた燃料噴射弁側が密閉されていても、徐々に燃料が漏れることにより、蓄圧された燃料圧力が自動停止中に低下してしまう。

【0007】その後、自動始動されると燃料ポンプの駆動が開始される。しかし、上述した自動停止中の燃料圧力低下により圧縮行程時の燃料噴射に不十分な燃料圧力となっていた場合には、十分に燃料圧力が回復するまで、低い燃料圧力にてても良好な噴射が可能な吸気行程にて燃料噴射を行う均質燃焼を実行せざるを得なくなる。このため、自動始動時に燃料圧力以外の内燃機関の運転

状態が成層燃焼が可能な状態にあったとしても、均質燃焼を実行しなくてはならないため、燃費等の向上が十分でなくなるおそれがある。

【0008】本発明は、自動停止により内燃機関が停止しても圧縮行程噴射に対して十分な燃料圧力を長期にわたって維持して、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めることができる筒内噴射式内燃機関制御装置の提供を目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段およびその作用効果について記載する。請求項1記載の筒内噴射式内燃機関制御装置は、燃料ポンプから圧送された燃料を燃料噴射弁から燃焼室内に直接噴射することで生じた混合気に点火プラグにより点火する筒内噴射式内燃機関の運転中に、該内燃機関の運転状態が自動停止条件を満足した場合に内燃機関を自動停止し、自動始動条件を満足した場合に内燃機関の運転を自動始動する筒内噴射式内燃機関制御装置であって、前記自動停止直前に燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させる燃料昇圧手段を備えたことを特徴とする。

【0010】燃料昇圧手段は自動停止直前に燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させている。このため、その後、筒内噴射式内燃機関が自動停止して燃料ポンプから高圧燃料が圧送されなくなっても、従来のように通常の燃料圧力状態のままで停止した場合に比較して、高い燃料圧力から徐々に低下して行くことになる。このため、圧縮行程で燃焼室内へ適切な燃料噴射ができなくなる燃料圧力に低下するまでには、長時間の機関停止の余裕が生じる。

【0011】したがって、以後の自動始動直後において、圧縮行程時の燃料噴射に十分な燃料圧力を維持している確率が高まる。このことにより、自動始動後において内燃機関が成層燃焼が可能な運転状態であれば直ちに圧縮行程噴射を行って、成層燃焼を実行することができる。したがって自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めることができ、十分に燃費等の向上を達成することができる。

【0012】請求項2記載の筒内噴射式内燃機関制御装置は、請求項1記載の構成において、前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に、前記燃料ポンプの圧送量を最大に調整することにより、燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させることを特徴とする。

【0013】このように燃料ポンプの圧送量を最大にすることにより、燃料圧力を十分な高圧状態に迅速に到達させることができる。このため、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度が一層高まり、燃費改善等も一層効果的となる。

【0014】請求項3記載の筒内噴射式内燃機関制御装置は、請求項2記載の構成において、燃料噴射弁側の燃料圧力が設定開弁圧以上になると開弁して燃料噴射弁側

から燃料を排出するリリーフ弁が備えられるとともに、前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に設けられた昇圧継続期間の間、前記燃料ポンプの圧送量を最大に調整することにより、前記リリーフ弁が一時的に開弁するように燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させることを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【0015】このように燃料昇圧手段が、自動停止直前に燃料圧力を、昇圧継続期間の間、燃料ポンプの圧送量を最大に調整することにより上昇させ、リリーフ弁を一時的に開弁させている。このことにより、通常、開放される機会がほとんどないリリーフ弁の開放の機会を設けることができる。

【0016】このため、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めて、十分に燃費等の向上を達成することに加えて、リリーフ弁が長期間開放されないことによる固着や異物による詰まりなどを防止することができる。

【0017】更に、昇圧継続期間を長く設定して、大量の高圧燃料を燃料噴射弁側へ圧送しリリーフ弁から排出させることにより、自動停止直前に燃料噴射弁側での燃料温度を低下させておくことができる。このため、内燃機関の自動停止中に燃料の温度が上昇するに伴い熱膨張による燃料圧力の維持が行われることになる。このことから、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を一層高めることができ、より効果的に燃費等の向上を達成することができる。

【0018】請求項4記載の筒内噴射式内燃機関制御装置は、請求項1記載の構成において、前記燃料ポンプの圧送量の調整により、燃料噴射弁側の燃料圧力を内燃機関の運転状態に応じた目標燃圧に調整する燃圧制御手段を備え、前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に、前記燃圧制御手段における内燃機関の運転状態に応じた目標燃圧を増圧側へ補正することにより、燃料噴射弁側の燃料圧力を上昇させることを特徴とする。

【0019】燃圧制御手段が、燃料ポンプの圧送量の調整により燃料圧力を、内燃機関の運転状態に応じた目標燃圧に調整している場合には、燃料昇圧手段は、自動停止直前に、燃圧制御手段における内燃機関の運転状態に応じた目標燃圧を増圧側へ補正することにより、燃料圧力を上昇させることができる。

【0020】このことにより、自動停止直前には燃圧制御手段が調整している通常の燃料圧力よりも高い燃料圧力が実現される。したがって、圧縮行程時に燃焼室内への燃料噴射が不可能な燃料圧力に低下するまでに、通常よりも長時間の機関停止の余裕が生じる。

【0021】このため、以後の自動始動直後において、圧縮行程時の燃料噴射に十分な燃料圧力を維持している確率が高まることになる。したがって、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めて、十分に燃費等の向上を達成することができる。

【0022】請求項5記載の筒内噴射式内燃機関制御装

置は、請求項1または4記載の構成において、燃料噴射弁側の燃料圧力が設定開弁圧以上になると開弁して燃料噴射弁側から燃料を排出するリリーフ弁が備えられるとともに、前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に燃料噴射弁側の燃料圧力を前記リリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させることを特徴とする。

【0023】燃料昇圧手段は、自動停止直前に燃料圧力を、燃料噴射弁側に備えられたリリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させる。このことにより、通常、開放される機会がほとんどないリリーフ弁の開放の機会を設けることができる。

【0024】このため、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めて、十分に燃費等の向上を達成することに加えて、リリーフ弁が長期間開放されないことによる固着や異物による詰まりなどを防止することができる。

【0025】請求項6記載の筒内噴射式内燃機関制御装置は、請求項5記載の構成において、前記燃料昇圧手段は、前記自動停止直前に燃料圧力を前記リリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させた後、昇圧継続期間の間、燃料圧力を前記リリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させる処理を継続させることを特徴とする。

【0026】このように燃料昇圧手段が、燃料圧力をリリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させた後も、昇圧継続期間の間、燃料圧力をリリーフ弁の設定開弁圧以上に上昇させる処理を継続させている。このように、自動停止直前に昇圧継続期間の間、継続的にあるいは繰り返しリリーフ弁が開放されることにより、燃料噴射弁側に大量に燃料を圧送してリリーフ弁から排出させることができる。このため、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めて十分に燃費等の向上を達成することに加えて、リリーフ弁が長期間開放されないことによる固着や異物による詰まりなどを防止することができる。

【0027】更に、昇圧継続期間を設定することで、大量の高圧燃料を燃料噴射弁側へ圧送しリリーフ弁から排出させることができることにより、自動停止直前に燃料噴射弁側での燃料温度を低下させておくことができる。このため、内燃機関の自動停止中に燃料の温度が上昇するに伴い熱膨張による燃料圧力の維持が行われることになる。このことから、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を一層高めることができ、より効果的に燃費等の向上を達成することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】〔実施の形態1〕図1は上述した発明が適用された筒内噴射式内燃機関の概略構成を表す。図2はこの筒内噴射式内燃機関の制御システムのブロック図を表す。

【0029】筒内噴射式内燃機関としてのガソリンエンジン（以下、「エンジン」と略す）2は、自動車駆動用として自動車車両に搭載されている。このエンジン2は6つのシリンダ2aを有している。図3～図6にも示す

ごとく、各シリンダ2aには、シリンダブロック4、シリンダブロック4内で往復動するピストン6、およびシリンダブロック4上に取り付けられたシリンダヘッド8にて区画された燃焼室10がそれぞれ形成されている。

【0030】そして各燃焼室10には、それぞれ第1吸気弁12a、第2吸気弁12bおよび一對の排気弁16が設けられている。この内、第1吸気弁12aは第1吸気ポート14aに接続され、第2吸気弁12bは第2吸気ポート14bに接続され、一對の排気弁16は一對の排気ポート18にそれぞれ接続されている。

【0031】図3は1シリンダ分のシリンダヘッド8の水平方向断面図であって、図示されるように第1吸気ポート14aおよび第2吸気ポート14bは略直線状に延びるストレート型吸気ポートである。また、シリンダヘッド8の内壁面の中央部には点火プラグ20が配置されている。更に、第1吸気弁12aおよび第2吸気弁12b近傍のシリンダヘッド8の内壁面周辺部には、燃焼室10内に直接燃料を噴射できるように燃料噴射弁22が配置されている。

【0032】なお、図4はピストン6の頂面の平面図、図5は図3におけるX-X断面図、図6は図3におけるY-Y断面図である。図示されるように略山形に形成されたピストン6の頂面には燃料噴射弁22の下方から点火プラグ20の下方まで延びるドーム形の輪郭形状を有する凹部24が形成されている。

【0033】図1に示したごとく、各シリンダ2aの第1吸気ポート14aは吸気マニホールド30内に形成された第1吸気通路30aを介してサージタンク32に接続されている。また、第2吸気ポート14bは第2吸気通路30bを介してサージタンク32に連結されている。この内、各第2吸気通路30b内にはそれぞれ気流制御弁34が配置されている。これらの気流制御弁34は、共通のシャフト36を介して接続されていると共に、このシャフト36を介して負圧式アクチュエータ37により開閉駆動される。なお、気流制御弁34が閉状態とされた場合には、第1吸気ポート14aのみから吸入される吸気により燃焼室10内には強い旋回流S（図3）が生じる。

【0034】サージタンク32は吸気ダクト40を介してエアクリーナ42に連結されている。吸気ダクト40内にはモータ44（DCモータまたはステップモータ）によって駆動されるスロットル弁46が配置されている。このスロットル弁46の開度（スロットル開度TA）はスロットル開度センサ46aにより検出され、スロットル弁46は運転状態に応じて開度制御される。また、各シリンダ2aの各排気ポート18は排気マニホールド48に連結されている。排気マニホールド48は触媒コンバータ49を介して排気を浄化して外部に排出している。

【0035】図7に燃料噴射弁22側に高圧燃料を供給

する燃料供給システムの構成を示す。第1吸気弁12aおよび第2吸気弁12b近傍のシリンダヘッド8には、図示するごとく燃料分配管50が設けられ、各シリンダ2aに設けられている燃料噴射弁22に接続している。燃料分配管50から供給された燃料は燃料噴射弁22から直接燃焼室10内に噴射される。

【0036】燃料噴射弁22に燃料を分配している燃料分配管50は高圧燃料通路54aを介して高圧燃料ポンプ54に接続されている。なお高圧燃料通路54aには、燃料分配管50から高圧燃料ポンプ54側に燃料が逆流することを規制するチェック弁54bが設けられている。高圧燃料ポンプ54には、低圧燃料通路54cを介して燃料タンク56内に設けられたフィードポンプ58が接続されている。

【0037】フィードポンプ58は、燃料タンク56内の燃料を吸引して低圧燃料通路54c側に吐出することにより、フィルタ58aおよびプレッシャレギュレータ58bを介して高圧燃料ポンプ54のギャラリ54iに燃料を送出する。

【0038】高圧燃料ポンプ54はシリンダヘッド8の上部を覆っているシリンダヘッドカバー（図示略）に取り付けられ、エンジン2の吸気弁用あるいは排気弁用のカムシャフト2bに設けられたポンプ用カム2cの回転により、ポンプシリンダ54d内のプランジャ54eを往復動させている。このプランジャ54eの往復動により、高圧ポンプ室54fの容積が増大する吸入行程では、高圧ポンプ室54f内に低圧燃料通路54c側からギャラリ54iを介して燃料を吸入する。そして、高圧ポンプ室54fの容積が減少する加圧行程では、高圧ポンプ室54fにて加圧した燃料を必要なタイミングで高圧燃料通路54aを介して燃料分配管50側へ圧送している。

【0039】高圧燃料ポンプ54は、内部に電磁スビル弁55が設けられている。この電磁スビル弁55はギャラリ54iと高圧ポンプ室54fとの間の連通遮断を行う開閉弁である。電磁スビル弁55が開弁している場合には、ギャラリ54iと高圧ポンプ室54fとは連通している。このため高圧ポンプ室54f内に吸入された燃料は、加圧行程となってもギャラリ54iを介して低圧燃料通路54c側へ溢流してしまう。したがって、燃料は高圧化されず、高圧燃料通路54aを介して燃料分配管50側へ圧送されることはない。

【0040】これに対して、電磁スビル弁55が開弁した場合には、ギャラリ54iと高圧ポンプ室54fとの間が遮断される。このため加圧行程では、高圧ポンプ室54f内の燃料はギャラリ54iへ溢流することはない。プランジャ54eの圧縮にて高圧化される。このことによりチェック弁54bが開き、高圧燃料は高圧燃料通路54aを介して燃料分配管50側へ圧送される。

【0041】電子制御ユニット（以下、「ECU」と称

する）60は、燃料分配管50に取り付けられた燃圧センサ50aにて検出された燃料圧力PとECU60により別途制御される燃料噴射量Qとを参照して、前述した電磁スビル弁55の開閉弁タイミングを制御する。このことにより、ECU60は、高圧燃料ポンプ54から燃料分配管50側への燃料圧送量を調節し、燃料分配管50内の燃料圧力Pを必要な圧力に調節することができる。

【0042】なお、燃料分配管50にはリリーフ弁54gを備えた排出経路54hが接続されている。燃料分配管50側に過剰な燃料が供給されることで燃料分配管50内の燃料圧力Pが設定開弁圧より過大になると、リリーフ弁54gは開弁し排出経路54h側へ過剰な燃料を排出し、燃料分配管50内の燃料圧力を設定開弁圧以下に維持する。なお排出経路54h側へ排出された燃料はギャラリ54i側へ戻される。このように本燃料供給システムは、燃料分配管50側での過剰な燃料が直接燃料タンク56に戻されることがないリターンレスの燃料供給システムとして形成されている。

【0043】なお、このリターンレスの燃料供給システムにおいては、燃料分配管50側から排出経路54hへ燃料が戻される場合には、排出経路54hから低圧燃料通路54cにかけての燃料圧力が上昇しようとする。このように低圧系の燃料圧力が上昇しようすると、燃料タンク56内のプレッシャレギュレータ58bが開く。このことにより低圧燃料通路54c内に存在する燃料の中で、プレッシャレギュレータ58b近傍に存在する燃料、すなわちフィードポンプ58により燃料タンク56から汲み上げられたばかりの燃料が、プレッシャレギュレータ58bから燃料タンク56内に戻される。こうして、排出経路54hから低圧燃料通路54cにかけての低圧系の燃料圧力上昇が防止されるとともに、燃料タンク56内に戻される燃料は、燃料タンク56から汲み上げられたばかりの燃料であるので、燃料タンク56内の温度上昇を防止することができる。

【0044】図2に示したごとく、ECU60は、デジタルコンピュータからなり、双方向バス60aを介して相互に接続されたCPU（マイクロプロセッサ）60b、ROM（リードオンリメモリ）60c、RAM（ランダムアクセスメモリ）60d、バックアップRAM60e、入力回路60fおよび出力回路60gを備えている。

【0045】スロットル開度TAを検出するスロットル開度センサ46aはスロットル弁46の開度TAに比例した出力電圧を入力回路60fに入力している。アクセルペダル74にはアクセル開度センサ76が取り付けられ、アクセルペダル74の踏み込み量ACCPに比例した出力電圧を入力回路60fに入力している。ブレーキペダル78の踏み込み状態を検出するストップランプスイッチ80はストップランプスイッチ信号SLSWを入

力回路60fに入力している。回転数センサ82は、クランクシャフト（図示略）が30°回転する毎に出力パルスが発生し、この出力パルスを入力回路60fに入力している。気筒判別センサ84は例えばシリンダ2aの内の1番シリンダが吸気上死点に達したときに出力パルスが発生し、この出力パルスを入力回路60fに入力している。CPU60bでは気筒判別センサ84の出力パルスと回転数センサ82の出力パルスから現在のクランク角を計算し、回転数センサ82の出力パルスの頻度からエンジン回転数NEを計算している。

【0046】また、エンジン2のシリンダブロック4には水温センサ86が設けられ、エンジン2の冷却水温度THWを検出し冷却水温度THWに応じた出力電圧を入力回路60fに入力している。サージタンク32には、吸気圧センサ88が設けられ、サージタンク32内の吸気圧（吸入空気の圧力：絶対圧）PMに対応した出力電圧を入力回路60fに入力している。排気マニホールド48には空燃比センサ90が設けられ、空燃比に応じた出力電圧Voxを入力回路60fに入力している。燃料分配管50に設けられた燃圧センサ50aは燃料分配管50内の燃料圧力Pに応じた出力電圧を入力回路60fに入力している。搭載されているバッテリー92の電圧VBは入力回路60fに入力している。またトランスミッション（図示略）の出力側には車速センサ94が設けられ、トランスミッションの出力軸の回転に基づき車速SPDに応じた信号を入力回路60fに入力している。

【0047】出力回路60gは、各燃料噴射弁22、負圧式アクチュエータ37、スロットル弁46の駆動用モータ44、電磁スビル弁55、イグナイタ100およびスタータモータ102に接続されて、各アクチュエータ装置22、37、44、55、100、102を必要に応じて駆動制御している。

【0048】次にエンジン2において始動完了後に行われる燃料噴射制御について説明する。図8のフローチャートに、燃料噴射制御に必要な運転方式を設定する処理を示す。本処理は予め設定されているクランク角毎に周期的に実行される処理である。なお、以下に説明する各フローチャート中の個々の処理ステップを「S～」で表す。

【0049】まず、回転数センサ82の信号から得られているエンジン回転数NE、アクセル開度センサ76の信号から得られているアクセルペダル74の踏み込み量（以下、アクセル開度と称する）ACCPおよび燃圧センサ50aの信号から得られている燃料圧力PがRAM60dの作業領域に読み込まれる（S100）。

【0050】次に、エンジン回転数NEとアクセル開度ACCPとに基づいて、リーン燃料噴射量QLを算出する（S102）。このリーン燃料噴射量QLは、成層燃焼を行う際にエンジン2の出力トルクを要求トルクとするのに最適な燃料噴射量を表している。リーン燃料噴射

量QLは予め実験により求められて、図9に示すごとく、アクセル開度ACCPとエンジン回転数NEとをパラメータとするマップとしてROM60c内に記憶されている。ステップS102ではこのマップに基づいてリーン燃料噴射量QLが算出される。なお、マップでは離散的に数値が配置されているので、パラメータとして一致する値が存在しない場合には、補間計算により求めることになる。このような補間によるマップからの算出は、ここで述べたマップ以外のマップから必要な数値を求める場合にも同様に行われる。

【0051】次に、実測されている燃料圧力Pが基準圧力Pc以上か否かが判定される（S104）。この判定は、成層燃焼を行うために圧縮行程にて燃料が十分に噴射可能な燃料圧力Pとなっているか否かを判定するためである。

【0052】 $P \geq Pc$ であれば（S104で「YES」）、圧縮行程にて十分に燃料噴射することが可能であることから、リーン燃料噴射量QLとエンジン回転数NEとに基づいて、図10のマップに示されるような3つの領域R1、R2、R3に応じた運転方式が設定される（S106）。こうして一旦、本処理を終了する。なお、図10のマップは、予め実験により適切な運転方式をリーン燃料噴射量QLとエンジン回転数NEとに応じて設定したものであり、リーン燃料噴射量QLとエンジン回転数NEとをパラメータとするマップとしてROM60c内に記憶されている。

【0053】すなわち、図10に示したごとくリーン燃料噴射量QLおよびエンジン回転数NEが境界線QQ1よりも小さい運転領域R1では、運転方式として方式F1を設定し、リーン燃料噴射量QLに応じた量の燃料を圧縮行程末期に噴射する。この圧縮行程末期での噴射による噴射燃料は、燃料噴射弁22からピストン6の凹部24内に進行した後、凹部24の周壁面26（図4、5）に衝突する。周壁面26に衝突した燃料は気化せしめられつつ移動して点火プラグ20近傍の凹部24内に可燃混合気層を形成する。そしてこの層状の可燃混合気に点火プラグ20によって点火がなされることにより、成層燃焼が行われる。このことにより、燃料に対して極めて過剰な吸入空気が存在する燃焼室内において安定した燃焼を行わせることができる。

【0054】また、リーン燃料噴射量QLおよびエンジン回転数NEが境界線QQ1と境界線QQ2との間である運転領域R2では、運転方式として方式F2を設定し、リーン燃料噴射量QLに応じた量の燃料を吸気行程と圧縮行程末期とに2回に分けて噴射する。すなわち、吸気行程に第1回目の燃料噴射が行われ、次いで圧縮行程末期に第2回目の燃料噴射が行われる。第1回目の噴射燃料は吸入空気と共に燃焼室10内に流入し、この噴射燃料によって燃焼室10内全体に均質な希薄混合気が形成される。また、圧縮行程末期に第2回目の燃料噴射

が行われる結果、前述したごとく点火プラグ20近傍の凹部24内には可燃混合気層が形成される。そしてこの層状の可燃混合気点火プラグ20によって点火がなされ、またこの点火火炎によって燃焼室10内全体を占める希薄混合気が燃焼される。すなわち、運転方式F2では前述した運転方式F1よりも成層度の弱い成層燃焼が行われる。このことにより、運転領域R1と運転領域R3とをつなぐ中間領域で滑らかなトルク変化を実現させることができる。

【0055】リーン燃料噴射量QLおよびエンジン回転数NEが境界線QQ2よりも大きい運転領域R3では、運転方式として方式F3を設定し、理論空燃比基本燃料噴射量QBSに基づいて各種の補正を行った燃料量を吸気行程にて噴射する。この噴射燃料は吸入空気の流入とともに燃焼室10内に流入して点火まで流動する。このことにより燃焼室10内全体に均質な理論空燃比（後述するごとく、増量補正により理論空燃比より燃料濃度が濃いリッチ空燃比に制御される場合もある）の均質混合気が形成され、この結果、均質燃焼が行われる。

【0056】一方、 $P < P_c$ であれば（S104で「NO」）、燃料圧力Pが低くて圧縮行程にて十分な燃料噴射が不可能であることから、運転方式として方式F3が設定される（S108）。こうして一旦、本処理を終了する。

【0057】上述した運転方式設定処理により設定された運転方式に基づいて実行される燃料噴射量制御処理のフローチャートを図11に示す。本処理は予め設定されているクランク角毎に周期的に実行される処理である。

【0058】燃料噴射量制御処理が開始されると、まず、アクセル開度センサ76の信号から得られているアクセル開度ACCP、回転数センサ82の信号から得られているエンジン回転数NE、吸気圧センサ88の信号から得られている吸気圧PM、および空燃比センサ90の信号から得られている空燃比検出値VoxをRAM60dの作業領域に読み込む（S120）。

【0059】次に、前述した運転方式設定処理にて（図8）、現在、運転方式F3が設定されているか否かが判定される（S126）。運転方式F3が設定されていると判定された場合には（S126で「YES」）、予めROM60cに設定されている図12のマップを用いて、吸気圧PMとエンジン回転数NEとから、理論空燃比基本燃料噴射量QBSが算出される（S130）。

$$Q \leftarrow QBS \{ 1 + OTP + (FAF - 1.0) + (KG - 1.0) \} \alpha + \beta \quad \dots \quad \text{〔式1〕}$$

ここで、 $\alpha$ 、 $\beta$ はエンジン2の種類や制御の内容に応じて適宜設定される係数である。

【0066】こうして一旦燃料噴射量制御処理を終了する。また、ステップS126にて、運転方式F3以外の方式、すなわち運転方式F1、F2のいずれかの場合（S126で「NO」）、燃料噴射量Qには、運転方式

【0060】次に、高負荷増量OTP算出処理（S140）が行われる。この高負荷増量OTP算出処理について図13のフローチャートに基づいて説明する。高負荷増量OTP算出処理では、まず、アクセル開度ACCPが高負荷増量判定値KOTPAcを越えているか否かが判定される（S141）。 $ACCP \leq KOTPAc$ であれば（S141で「NO」）、高負荷増量OTPには値「0」が設定される（S142）。すなわち燃料の増量補正は行われな。こうして、高負荷増量OTP算出処理を一旦出る。

【0061】一方、 $ACCP > KOTPAc$ であれば（S141で「YES」）、高負荷増量OTPには値M（例えば、 $1 > M > 0$ ）が設定される（S144）。すなわち燃料の増量補正の実行が設定される。この増量補正は、高負荷時に触媒コンバータ49が過熱するのを防止するためになされる。

【0062】図11に戻り、ステップS140にて高負荷増量OTPが算出された後に、空燃比フィードバック条件が成立しているか否かが判定される（S150）。例えば、「（1）始動時でない。（2）暖機完了している。（例えば冷却水温度THW $\geq 40^\circ\text{C}$ ）（3）空燃比センサ90は活性化が完了している。（4）高負荷増量OTPの値が0である。」の条件がすべて成立しているか否かが判定される。

【0063】空燃比フィードバック条件が成立していれば（S150で「YES」）、空燃比フィードバック係数FAFとその学習値KGの算出が行われる（S160）。空燃比フィードバック係数FAFは空燃比センサ90の出力に基づいて算出される。また、学習値KGは空燃比フィードバック係数FAFにおける、中心値1.0からのずれ量を記憶するものである。これらの値を用いた空燃比フィードバック制御技術は特開平6-10736号公報などに示されているごとく種々の手法が知られている。

【0064】一方、空燃比フィードバック条件が成立していなければ（S150で「NO」）、空燃比フィードバック係数FAFには1.0が設定される（S170）。ステップS160またはS170の次に、燃料噴射量Qが次式1のごとく求められる（S180）。

【0065】

〔数1〕

設定処理（図8）のステップS102にて求められているリーン燃料噴射量QLが設定される（S190）。こうして一旦燃料噴射量制御処理を終了する。

【0067】次に、高圧燃料ポンプ54から燃料分配管50への燃料圧送量を制御するための電磁スビル弁制御処理について、図14のフローチャートに基づいて説明

する。本処理は予め設定されているクランク角毎に周期的に実行される処理である。

【0068】電磁スビル弁制御処理が開始されると、まず、前述した燃料噴射量制御処理（図11）にて算出されている燃料噴射量 $Q$ 、エンジン負荷に相当する値として運転方式設定処理（図8）のステップS102にて算出されているリーン燃料噴射量 $Q_L$ 、回転数センサ82にて検出されているエンジン回転数 $NE$ および燃圧センサ50aにて検出されている燃料分配管50内の燃料圧力 $P$ をRAM60dの作業領域に読み込む（S210）。

【0069】次に、エンジン2の自動停止直前フラグ $XPREEC$ が「OFF」か否かが判定される（S220）。ここで自動停止直前フラグ $XPREEC$ は、後述するごとく、自動停止条件が成立した後であって自動停止が実行される直前状態の時に「ON」とされるフラグである。

【0070】 $XPREEC$ ＝「ON」であれば（S220で「NO」）、電磁スビル弁55の閉弁期間（圧送期間）を設定する制御デューティ $DT$ に「100%」が設定される（S230）。この制御デューティ $DT$ は、高圧ポンプ室54fの容積をプランジャ54eにより減少させる加圧行程において、電磁スビル弁55が閉じている割合を示している。 $DT=100\%$ は、図15に示すごとく、加圧行程の全期間にわたって電磁スビル弁55が閉じており、加圧行程の全期間が高圧燃料ポンプ54から燃料分配管50側への吐出期間 $T_{out}$ であることを意味している。すなわち、高圧燃料ポンプ54の圧送量を最大に調整した状態を示している。

【0071】次に、この制御デューティ $DT$ が、高圧燃料ポンプ54の加圧行程における電磁スビル弁55の閉弁期間を表す制御デューティとして設定され（S240）、一旦、電磁スビル弁制御処理を終了する。

$$DT_i \leftarrow DT_i + K2 \cdot \Delta P \quad \dots \quad [式3]$$

なお、右辺の「 $DT_i$ 」は前回の制御周期時に計算された積分項 $DT_i$ を表しており、初期値としては例えば「0」が設定される。

【0078】次に次式4に示すごとく、電磁スビル弁5

$$DT \leftarrow Ka (DT_p + DT_i + FF) \quad \dots \quad [式4]$$

ここで、 $Ka$ は補正係数である。

【0080】制御デューティ $DT$ が決定されると、この制御デューティ $DT$ が、高圧燃料ポンプ54の加圧行程における電磁スビル弁55の閉弁期間を表す制御デューティとして設定され（S240）、一旦本処理を終了する。

【0081】このように自動停止直前フラグ $XPREEC$ が「OFF」である場合（S220で「YES」）に、ステップS260にて算出される目標燃料圧力 $P_t$ は、例えば、8.0～13.0MPaの範囲で適切な値に設定される。

【0072】このように $XPREEC$ ＝「ON」である場合には、燃料噴射量 $Q$ とは関係なく高圧燃料ポンプ54から燃料分配管50への圧送量は最大となり、燃料分配管50内の燃料圧力 $P$ は急速に上昇する。この状態が継続すると燃料圧力 $P$ はリリーフ弁54gの設定開弁圧（例えば14.0～14.5MPa）に達し、リリーフ弁54gから排出経路54hへの燃料排出が行われるようになる。

【0073】一方、 $XPREEC$ ＝「OFF」であれば（S220で「YES」）、燃料噴射量 $Q$ とフィードフォワード係数 $K_f$ との積（ $K_f \cdot Q$ ）により、フィードフォワード項 $FF$ を算出する（S250）。

【0074】そして次に、図16に示すエンジン負荷に相当するリーン燃料噴射量 $Q_L$ とエンジン回転数 $NE$ とをパラメータとするマップから、目標燃料圧力 $P_t$ を算出する（S260）。このマップは、予め実験に基づいてリーン燃料噴射量 $Q_L$ とエンジン回転数 $NE$ とに応じて適切な燃料噴射状態を示す目標燃料圧力 $P_t$ を求めて設定されたものであり、ROM60cに記憶されている。

【0075】次に次式2に示すごとく、目標燃料圧力 $P_t$ と実際の燃料圧力 $P$ との圧力偏差 $\Delta P$ が算出される（S270）。

【0076】

【数2】

$$\Delta P \leftarrow P_t - P \quad \dots \quad [式2]$$

そして、この圧力偏差 $\Delta P$ と比例係数 $K_1$ との積から比例項 $DT_p$ が算出される（S280）。更に、次式3に示すごとく、圧力偏差 $\Delta P$ と積分係数 $K_2$ との積（ $K_2 \cdot \Delta P$ ）に基づいて積分項 $DT_i$ が算出される（S290）。

【0077】

【数3】

$$DT_i \leftarrow DT_i + K2 \cdot \Delta P \quad \dots \quad [式3]$$

5の閉弁期間（圧送期間）を設定する制御デューティ $DT$ が算出される（S300）。

【0079】

【数4】

$$DT \leftarrow Ka (DT_p + DT_i + FF) \quad \dots \quad [式4]$$

【0082】次に、自動停止制御処理を図17のフローチャートに示す。本処理は予め設定されている短時間毎に周期的に実行される処理である。本処理においてエンジン2の自動停止処理とともに前述した自動停止直前フラグ $XPREEC$ の設定が行われる。

【0083】本自動停止制御処理が開始されると、まず自動停止実行を判定するための運転状態が読み込まれる（S410）。例えば、水温センサ86から検出されるエンジン冷却水温 $THW$ 、アクセル開度センサ76から検出されるアクセルペダル74の踏み込み有無、バッテリ92の電圧 $VB$ 、ストップランプスイッチ80の信号

SLSWから検出されるブレーキペダル78の踏み込み有無、および車速センサ94の信号から検出される車速SPDを、RAM60dの作業領域に読み込む。

【0084】次に、これらの運転状態から自動停止条件が成立したか否かが判定される(S420)。例えば、

(1) エンジン2が暖機後でありかつ過熱していない状態(エンジン冷却水温THWが水温上限値THWmaxよりも低く、かつ水温下限値THWminより高い)、

(2) アクセルペダル74が踏まれていない状態(アクセル開度ACCP=0°)、(3) バッテリ92の充電量がある程度以上である状態(電圧VBが基準電圧以上)、(4) ブレーキペダル78が踏み込まれている状態(ストップランプスイッチ信号SLSWが「ON」)、および(5) 車両が停止している状態(車速SPDが0 km/h)であるとの条件(1)～(5)がすべて満足された場合に自動停止条件が成立したと判定する。

【0085】上記条件(1)～(5)の一つでも満足されていない場合には自動停止条件は不成立として(S420で「NO」)、一旦本処理を終了する。一方、運転者が交差点等にて自動車を停止させたことにより、自動停止条件が成立した場合には(S420で「YES」)、次に自動停止直前フラグXPREECに「ON」を設定する(S430)。このことにより、前述した電磁スビル弁制御処理(図14)では、ステップS220で「NO」と判定されて、ステップS230にて制御デューティDT=100(%)の設定がなされる。このことにより通常の運転状態に比較して燃料圧力Pが高くされる。

【0086】そして、次にタイマカウンタTCが昇圧継続期間Tx以上となったか否かが判定される(S440)。TC<Txであれば(S440で「NO」)、次式5に示すごとくタイマカウンタTCのカウンタアップを実行して(S450)、一旦本処理を終了する。

【0087】

【数5】

$$TC \leftarrow TC + dT \quad \dots \quad \text{[式5]}$$

ここで、dTは、本自動停止制御処理の制御周期である。すなわち、タイマカウンタTCは自動停止条件が成立してから時間を計測するものである。そして昇圧継続期間Txは、自動停止直前に実行する燃料圧力Pの昇圧が完了したか否かを時間経過によって判定するために設けられている基準時間である。この昇圧継続期間Txの値としては、前述した制御デューティDT=100(%)に設定した場合に十分に燃料圧力Pが上昇するのに必要な時間を実験により求めることで設定されている。

【0088】自動停止条件の成立(S420で「YES」)以後、昇圧継続期間Txが経過しない内は、ステップS410、S420、S430、S440、S45

0の処理が繰り返されることで、XPREEC=「ON」が維持されて、電磁スビル弁55に対する制御デューティDT=100(%)の状態が継続する。そして、ステップS450のカウンタアップにより、TC≥Txとなると(S440で「YES」)、図11で述べた燃料噴射量制御処理の停止設定がなされる(S460)。更に点火制御処理(図示略)の停止設定がなされる(S470)。このことにより燃料噴射と点火とが停止して、直ちにエンジン2の運転は停止する。またエンジン2の停止により高压燃料ポンプ54の駆動も停止して、チェック弁54bは閉じる。このためエンジン停止直前に、制御デューティDT=100(%)により通常より昇圧した高压燃料状態(ただしリリーフ弁54gの設定開弁圧以下)にて、燃料分配管50内が密閉される。

【0089】そして図14に示した電磁スビル弁制御処理についても停止設定がなされ(S480)、制御デューティ信号の出力が停止される。次に後述する自動始動制御処理の開始が設定され(S490)、一旦本処理を終了する。

【0090】このように、燃料噴射量制御処理、点火制御処理および電磁スビル弁制御処理の各制御の停止設定(S460、S470、S480)および自動始動制御処理の開始設定(S490)がなされると、以後、自動停止条件が不成立(S420で「NO」と)となっても、上記各制御の開始設定および自動始動制御処理の停止設定がなされるまでは、上記各制御の停止状態および自動始動制御処理の実行が継続する。

【0091】この自動始動制御処理を図18のフローチャートに示す。本処理は予め設定されている短時間毎に周期的に実行される処理である。本自動始動制御処理が開始されると、まず自動始動処理を実質的に実行するか否かの判定のためにエンジン運転状態が読み込まれる(S510)。ここでは、例えば、前記ステップS410にて読み込んだデータと同じ、エンジン冷却水温THW、アクセル開度ACCP、バッテリー92の電圧VB、ストップランプスイッチ信号SLSWおよび車速SPDを、RAM60dの作業領域に読み込む。

【0092】次に、これらの運転状態から自動始動条件が成立したか否かが判定される(S520)。例えば、

(1) エンジン2が暖機後でありかつ過熱していない状態(エンジン冷却水温THWが水温上限値THWmaxよりも低く、かつ水温下限値THWminより高い)、

(2) アクセルペダル74が踏まれていない状態(アクセル開度ACCP=0°)、(3) バッテリ92の充電量がある程度以上である状態(電圧VBが基準電圧以上)、(4) ブレーキペダル78が踏み込まれている状態(ストップランプスイッチ信号SLSWが「ON」)、および(5) 車両が停止している状態(車速SPDが0 km/h)であるとの条件(1)～(5)の内

したと判定する。なお、自動始動条件としては、自動停止条件にて用いた各条件と同じ条件(1)～(5)を用いる必要はなく、条件(1)～(5)以外の条件を設定しても良く。また条件(1)～(5)の内のいくつかに絞っても良い。

【0093】上記条件(1)～(5)のすべてが満足されている場合には自動始動条件は不成立として(S520で「NO」)、一旦本処理を終了する。上記条件(1)～(5)の一つでも満足されなくなった場合には自動停止条件は成立したとして(S520で「YES」)、自動停止直前フラグXPREECに「OFF」を設定し(S530)、タイマカウンタTCをゼロクリアする(S540)。

【0094】そして、自動始動処理の実行が設定される(S550)。この自動始動処理の実行設定により、まず、スタータモータ102が駆動されてエンジン2のクランクシャフトが回転されるとともに、始動時の燃料噴射制御処理と点火時期制御処理とが実行されて、エンジン2が自動始動される。始動が完了すれば、図11で述べた燃料噴射量制御処理、点火制御処理(図示略)、図14に示した電磁スビル弁制御処理、その他のエンジン駆動に必要な処理が開始される。

【0095】そして、自動始動処理の実行設定(S550)の後に、本自動始動制御処理自身の停止設定がなされる(S560)。このことにより自動始動制御処理は停止する。

【0096】本実施の形態1における燃料圧力Pの変化を図19のタイミングチャートに示す。交差点などで運転者が車両をアイドル状態で停止することにより、時刻t0にて自動停止条件が成立する(S420で「YES」)と、自動停止直前フラグXPREECが「ON」に設定される(S430)。このことにより、電磁スビル弁55の制御デューティDTは100%にされて(S220、S230)、燃料圧力Pは、実線で示すごとくアイドル時燃料圧力制御範囲(ここでは8～10MPa)を超えて急速に上昇し、リリーフ弁54gの設定開弁圧(ここでは14～14.5MPa)に達する。このことにより、リリーフ弁54gが一時的に開弁して燃料分配管50内の過剰な燃料を排出経路54hに排出する。その後、昇圧継続期間Txが経過した時刻t1にてエンジン2が自動停止される(S460、S470)。

【0097】以後、エンジン2の余熱により燃料分配管50内に閉じこめられた燃料が加熱されることで膨張し、しばらくは燃料圧力Pは上昇しようとする。ただしリリーフ弁54gがわずかに開くことにより熱膨張分の燃料を排出経路54h側に排出することで、燃料圧力Pはリリーフ弁54gの設定開弁圧にてしばらく、ほぼ一定に維持される。

【0098】その後、熱膨張が緩やかになり、リリーフ弁54gなどからの燃料のリークによる燃料分配管50

内の燃料圧力Pの低下が現れ始める。そして、エンジン2が停止している限り、燃料圧力Pの低下が継続する。ただし、時刻t3までは、燃料圧力制御範囲(ここでは8～13MPa)より下にはなっていない状態であり、時刻t3以降に、燃料圧力制御範囲を下回る。

【0099】従来のごとく、エンジン自動停止直前に燃料圧力Pの上昇処理がなされない場合には、破線で示すごとく、熱膨張により一旦わずかに燃料圧力Pは上昇するが、短い時間後(時刻t2)に燃料圧力制御範囲を下回る。

【0100】上述した処理の中で、ステップS220、S230、S430、S440、S450が燃料昇圧手段としての処理に相当する。以上説明した本実施の形態1によれば、以下の効果が得られる。

【0101】(イ)、ステップS220、S230、S430、S440、S450の処理により自動停止直前に燃料圧力Pを上昇させている。このため、その後、エンジン2が停止して高圧燃料ポンプ54から燃料噴射弁22側へ高圧燃料が圧送されなくなった場合、従来のように通常の燃料圧力状態のままで停止した場合に比較して、より高い燃料圧力Pから低下してゆく。このため、圧縮行程で燃焼室10内へ適切な燃料噴射ができなくなる燃料圧力に低下するまでには、長時間の機関停止の余裕が生じる。本実施の形態1では、図19に示したごとく時刻t1～t3の期間が、圧縮行程で燃焼室10内へ適切な燃料噴射を実行することが可能な期間である。従来技術では時刻t1～t2の期間が、圧縮行程で燃焼室10内へ適切な燃料噴射を実行することが可能な期間である。

【0102】すなわち、従来技術では、時刻t2～t3の間で自動始動された場合は、始動直後に図8のステップS104では「NO」と判定されてしまい、運転方式として方式F3を設定することになり圧縮行程での燃料噴射はできず吸気行程噴射となる。本実施の形態1では、時刻t2～t3の間に自動始動すれば図8のステップS104では「YES」と判定されて、エンジン2が成層燃焼が可能な運転状態であれば、運転方式として方式F1またはF2を設定して圧縮行程噴射を実行することができる。

【0103】したがって自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を高めることができ、十分に燃費等の向上を達成することができる。

(ロ)、自動停止直前に燃料圧力Pを上昇させる手段として、電磁スビル弁55の制御デューティDTを100%にし、高圧燃料ポンプ54の圧送量を最大に調整している。

【0104】このように高圧燃料ポンプ54の圧送量が最大である範囲を用いることにより、燃料圧力Pを十分な高圧状態に迅速に到達させることができる。このため、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度が一層高ま

り、燃費改善も一層効果的となる。

【0105】(ハ)．自動停止直前に、昇圧継続期間 $T_x$ の間は高圧燃料ポンプ54の圧送量を最大に維持することにより、燃料圧力 $P$ をリリーフ弁54gの設定開弁圧以上に上昇させている。このことにより、通常、開放される機会がほとんどないリリーフ弁54gの開放の機会を設けることができる。

【0106】このため、リリーフ弁54gが長期間開放されないことによる固着や異物による詰まりなどを防止することができる。

【実施の形態2】本実施の形態2は、自動停止制御処理(図17)のステップS440において昇圧継続期間 $T_x$ の長さが前記実施の形態1とは異なる。他の構成は前記実施の形態1と同じである。すなわち、単に自動停止直前の燃料圧力 $P$ をリリーフ弁54gの設定開弁圧以上に上昇したのみでなく、このリリーフ弁54gの設定開弁圧以上になってから、燃料分配管50内の燃料がリリーフ弁54gからある程度の量が排出されるまで、電磁スビル弁55の制御デューティ $DT$ を100%に維持している。このために、昇圧継続期間 $T_x$ を前記実施の形態1の場合よりも長くしている。

【0107】このことにより、図20のタイミングチャートに期間 $T_{max}$ で示すごとく、何度もリリーフ弁54gの開放を繰り返し、大量の燃料が高圧燃料ポンプ54から燃料分配管50に送られて、その一部がリリーフ弁54gから排出経路54hに排出される状態が繰り返される。

【0108】以上説明した本実施の形態2によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．前記実施の形態1の(イ)～(ハ)の効果を生じる。

(ロ)．このように燃料圧力 $P$ をリリーフ弁54gの設定開弁圧以上に上昇させた後も、しばらくは、燃料圧力 $P$ をリリーフ弁54gの設定開弁圧以上に上昇させる処理を継続させている。このことにより、自動停止直前に繰り返しリリーフ弁54gが開放され、燃料分配管50側へ大量に燃料が圧送され、自動停止直前に燃料分配管50内の燃料温度が低下する。

【0109】このため、エンジン2の自動停止中に燃料の温度が上昇することに伴い熱膨張による燃料圧力 $P$ の維持が行われることになる。このことから、自動始動後における圧縮行程噴射の頻度を一層高めることができ、より効果的に燃費等の向上を達成することができる。

【0110】【実施の形態3】本実施の形態3は、燃料圧力 $P$ の監視により自動停止の実行を判定するものであり、前記実施の形態1の自動停止制御処理(図17)の代わりに図21の処理を実行する。他の構成は前記実施の形態1と同じである。また、図21の自動停止制御処理においては、ステップS1440、S1442、S1444の処理が、前記実施の形態1の自動停止制御処理

(図17)と異なるのみである。他のステップは、ステップ番号の下3桁が同じ図17におけるステップと同じ処理を実行している。

【0111】すなわち、自動停止条件が成立し(S1420で「YES」)、自動停止直前フラグ $X_{PREEC}$ に「ON」が設定される(S1430)と、次にタイマカウンタ $TC$ が制限時間 $T_y$ 以上となったか否かが判定される(S1440)。ここで制限時間 $T_y$ は何らかの原因で燃料圧力 $P$ の昇圧が遅い場合には、燃料圧力 $P$ の昇圧を待たずに自動停止に移行するために設けられている判定時間である。

【0112】 $TC < T_y$ であれば(S1440で「NO」)、次に、燃料圧力 $P$ が、例えば燃料圧力制御範囲の上限値(ここでは、例えば13MPa)～リリーフ弁54gの設定開弁圧(例えば14MPa)までの範囲に設定された昇圧判定圧力値 $P_r$ 未満か否かが判定される(S1442)。

【0113】 $P < P_r$ であれば(S1442で「YES」)、前記式5に示したごとくタイマカウンタ $TC$ のカウントアップを実行して(S1450)、一旦本処理を終了する。

【0114】自動停止条件の成立(S1420で「YES」)以後、制限時間 $T_y$ が経過しない内は、ステップS1410、S1420、S1430、S1440、S1442、S1450の処理が繰り返されることで、 $X_{PREEC} = \text{「ON」}$ が維持されて、電磁スビル弁55に対する制御デューティ $DT = 100$ (%)の状態が継続する。

【0115】そして、燃料圧力 $P$ の上昇により、 $P \geq P_r$ となると(S1442で「NO」)、タイマカウンタ $TC$ に制限時間 $T_y$ の値が設定されて(S1444)、燃料噴射量制御処理(図11)の停止設定がなされる

(S1460)。更に点火制御処理の停止設定がなされる(S1470)。このことにより燃料噴射と点火とが停止して、直ちにエンジン2の運転は停止する。エンジン2の停止により高圧燃料ポンプ54の駆動も停止して、チェック弁54bは閉じる。このためエンジン停止直前に、制御デューティ $DT = 100$ (%)により通常より昇圧した高圧燃料状態(ただしリリーフ弁54gの設定開弁圧以下)で、燃料分配管50内が密閉される。そして電磁スビル弁制御処理(図14)についても停止設定がなされ(S1480)、制御デューティ信号の出力が停止される。次に自動始動制御処理(図18)の開始が設定され(S1490)、一旦本処理を終了する。

【0116】上述した処理の中で、ステップS220、S230(図14)、S1430、S1442が燃料昇圧手段としての処理に相当する。以上説明した本実施の形態3によれば、以下の効果が得られる。

【0117】(イ)．前記実施の形態1の(イ)、(ロ)の効果を生じる。

(ロ)．燃料圧力Pの値により昇圧を直接監視しているので、一層正確に自動停止タイミングを捉えることができる。したがって、早期に自動停止を実行でき、より効果的に燃費等の向上を達成することができる。

【0118】(ハ)．制限時間Tyを設けているので、何らかの原因で燃料圧力Pの上昇が遅い場合にも、確実に自動停止に移行させることができる。

【実施の形態4】本実施の形態4は、制御デューティDTを100%にするのではなく、自動停止直前に目標燃料圧力Ptを増加補正することにより、燃料圧力Pの昇圧を行っている。このため、前記実施の形態1の電磁スビル弁制御処理(図14)の代わりに図22の処理を実行する。他の構成は前記実施の形態1と同じである。また、図22の電磁スビル弁制御処理のステップS1262、S1264以外の、ステップS1210、S1250、S1260、S1270～S1300、S1240の各処理は、ステップ番号の下3桁が同じ図14におけるステップと同じ処理を実行している。

【0119】すなわち、リーン燃料噴射量QLおよびエンジン回転数NEに基づいて図16に示したマップから目標燃料圧力Ptを算出する(S1260)と、自動停止直前フラグXPREECが「OFF」か否かが判定される(S1262)。

【0120】XPREEC＝「OFF」であれば(S1262で「YES」)、ステップS1260で算出した目標燃料圧力Ptを用いて実際の燃料圧力Pとの圧力偏差ΔPが算出される(S1270)。そして、この圧力偏差ΔPと比例係数K1との積から比例項DTpが算出され(S1280)、更に、前記式3に示したごとく、圧力偏差ΔPと積分係数K2との積(K2・ΔP)に基づいて積分項DTiが算出される(S1290)。

【0121】そして前記式4に示したごとく、電磁スビル弁55の閉弁期間(圧送期間)を設定する制御デューティDTが算出され(S1300)、この制御デューティDTが、高圧燃料ポンプ54の加圧行程における電磁スビル弁55の閉弁期間を表す制御デューティとして設定され(S1240)、一旦本処理を終了する。

【0122】一方、XPREEC＝「ON」であれば(S1262で「NO」)、次式6に示すごとく、目標燃料圧力Ptを増量補正する(S1264)。

【0123】

【数6】

$$P_t \leftarrow P_t + P_i \quad \cdots \quad \text{[式6]}$$

ここで、Piは増量補正值を表している。

【0124】この後、ステップS1264で増量補正した目標燃料圧力Ptを用いて実際の燃料圧力Pとの圧力偏差ΔPが算出され(S1270)、以下ステップS1280～S1300が実行されて制御デューティDTが算出され、この制御デューティDTが高圧燃料ポンプ54の加圧行程における電磁スビル弁55の閉弁期間を表

す制御デューティとして設定され(S1240)、一旦本処理を終了する。

【0125】したがって、XPREEC＝「ON」の場合(S1262で「NO」)には、通常よりも高圧になるように燃料圧力Pが調整される。上述した処理の内、ステップS1262、S1264とステップS430、S440、S450(図17)とが燃料昇圧手段としての処理に、ステップS1210、S1250、S1260、S1270～S1300、S1240が燃圧制御手段としての処理に相当する。

【0126】以上説明した本実施の形態4によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．前記実施の形態1の(イ)の効果を生じる。

【その他の実施の形態】

・前記実施の形態1～4において、昇圧継続期間Txあるいは制限時間Tyはエンジン2の運転状態に応じて設定しても良い。

【0127】・前記実施の形態4において、ステップS1264にて増量補正される目標燃料圧力Ptを、リリーフ弁54gの設定開弁圧以上の値にして、リリーフ弁54gの開弁を実行し、固着や異物の詰まりを防止しても良い。更に、実際の燃料圧力Pがリリーフ弁54gの設定開弁圧以上の値に達した後に、しばらく、ステップS1264での目標燃料圧力Ptの増量補正を継続して、燃料分配管50内の燃料の温度低下を図っても良い。

【0128】・前記実施の形態1、3の自動停止制御処理(図17、図21)では、点火制御処理停止設定(S470、S1470)を行ったが、燃料噴射の停止のみでもエンジン2の回転は停止するので、点火制御処理停止設定は実行しなくても良い。

【0129】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明の実施の形態には、次のような形態を含むものであることを付記しておく。

(1)．請求項1、2または4記載の構成において、前記燃料昇圧手段により燃料噴射弁側の燃料圧力が基準圧力まで上昇した場合に前記自動停止の実行を許可する自動停止許可手段を備えたことを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【0130】(2)．請求項1、2または4記載の構成において、前記燃料昇圧手段による昇圧処理が基準時間を経過した場合に前記自動停止の実行を許可する自動停止許可手段を備えたことを特徴とする筒内噴射式内燃機関制御装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1における筒内噴射式内燃機関の概略構成図。

【図2】実施の形態1の筒内噴射式内燃機関制御系統のブロック図。

【図3】実施の形態1におけるシリンダヘッドの水平方

向断面図。

【図4】実施の形態1のピストンにおける頂面の平面図。

【図5】図3におけるX-X断面図。

【図6】図3におけるY-Y断面図。

【図7】実施の形態1における燃料供給系統の構成説明図。

【図8】実施の形態1の運転方式設定処理のフローチャート。

【図9】実施の形態1にてリーン燃料噴射量 $Q_L$ を求めるためのマップ構成説明図。

【図10】実施の形態1にて運転方式を設定するためのマップ構成説明図。

【図11】実施の形態1の燃料噴射量制御処理のフローチャート。

【図12】実施の形態1にて理論空燃比基本燃料噴射量 $Q_{BS}$ を求めるためのマップ構成説明図。

【図13】実施の形態1にて実行される高負荷増量OT $P$ 算出処理のフローチャート。

【図14】実施の形態1の電磁スビル弁制御処理のフローチャート。

【図15】実施の形態1での電磁スビル弁制御の一例を示すタイミングチャート。

【図16】実施の形態1にて目標燃料圧力 $P_t$ を求めるためのマップ構成説明図。

【図17】実施の形態1の自動停止制御処理のフローチャート。

【図18】実施の形態1の自動始動制御処理のフローチャート。

【図19】実施の形態1での燃料圧力 $P$ の制御の一例を示すタイミングチャート。

【図20】実施の形態2での燃料圧力 $P$ の制御の一例を示すタイミングチャート。

【図21】実施の形態3の自動停止制御処理のフローチ

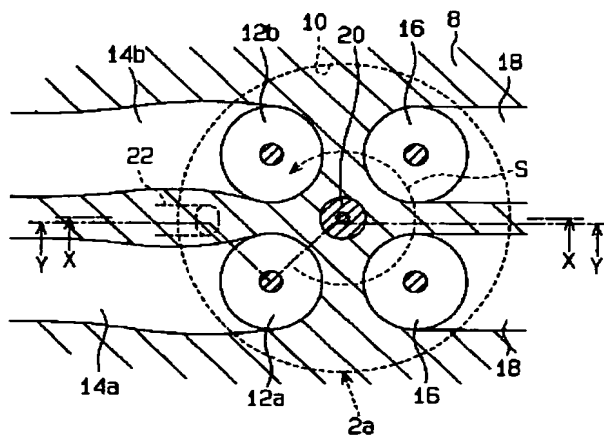
ャート。

【図22】実施の形態4の電磁スビル弁制御処理のフローチャート。

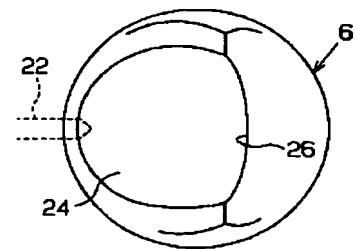
【符号の説明】

2…エンジン、2a…シリンダ、2b…排気弁用のカムシャフト、2c…ポンプ用カム、4…シリンダブロック、6…ピストン、8…シリンダヘッド、10…燃焼室、12a…第1吸気弁、12b…第2吸気弁、14a…第1吸気ポート、14b…第2吸気ポート、16…排気弁、18…排気ポート、20…点火プラグ、22…燃料噴射弁、24…凹部、26…周壁面、30…吸気マニホールド、30a…第1吸気通路、30b…第2吸気通路、32…サージタンク、34…気流制御弁、36…シャフト、37…負圧式アクチュエータ、40…吸気ダクト、42…エアクリーナ、44…モータ、46…スロットル弁、46a…スロットル開度センサ、48…排気マニホールド、49…触媒コンバータ、50…燃料分配管、50a…燃圧センサ、54…高圧燃料ポンプ、54a…高圧燃料通路、54b…チェック弁、54c…低圧燃料通路、54d…ポンプシリンダ、54e…ブランジヤ、54f…高圧ポンプ室、54g…リリーフ弁、54h…排出経路、54i…ギャラリ、55…電磁スビル弁、56…燃料タンク、58…フィードポンプ、58a…フィルタ、58b…プレッシャレギュレータ、60…ECU、60a…双方向バス、60b…CPU、60c…ROM、60d…RAM、60e…バックアップRAM、60f…入力回路、60g…出力回路、74…アクセルペダル、76…アクセル開度センサ、78…ブレーキペダル、80…ストップランプスイッチ、82…回転数センサ、84…気筒判別センサ、86…水温センサ、88…吸気圧センサ、90…空燃比センサ、92…バッテリー、94…車速センサ、100…イグナイタ、102…スタータモータ。

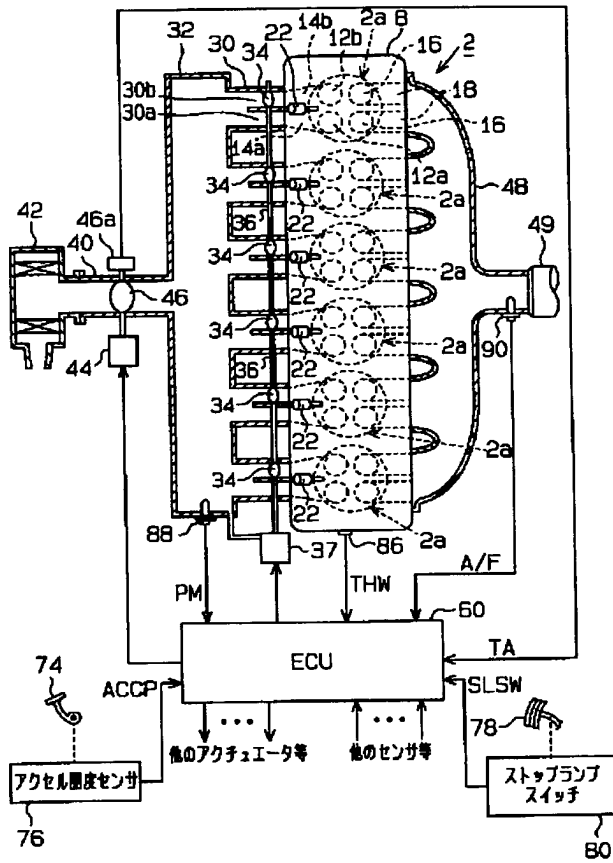
【図3】



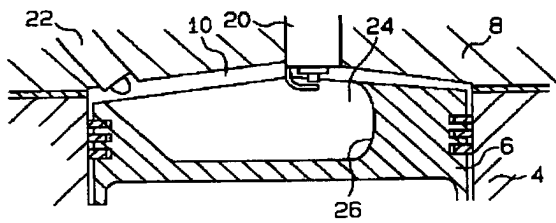
【図4】



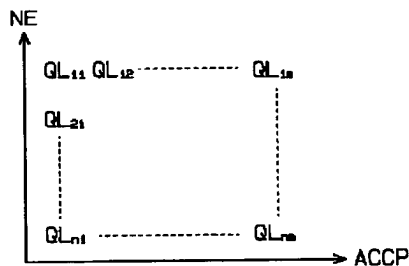
【図1】



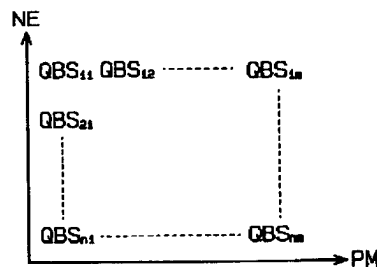
【図5】



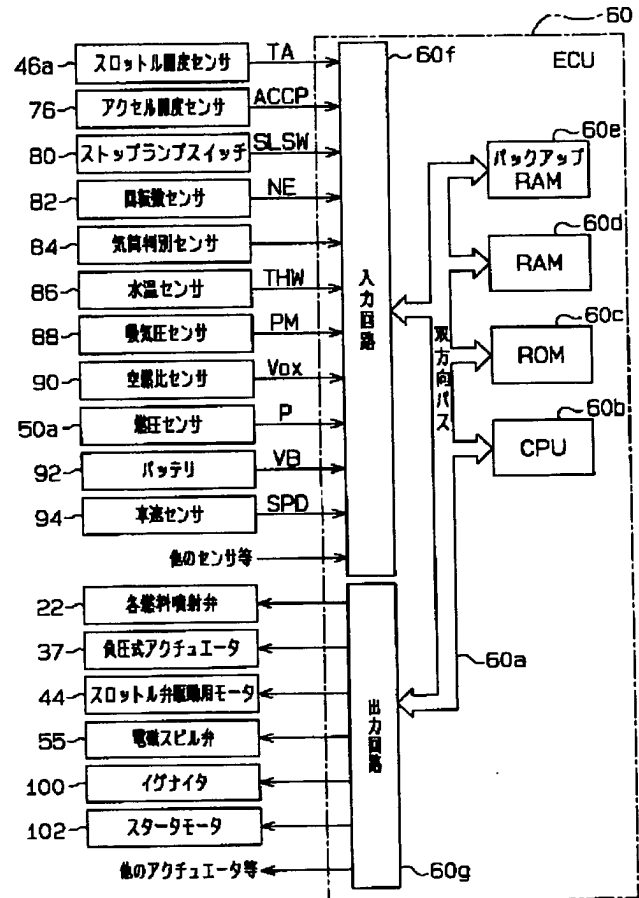
【図9】



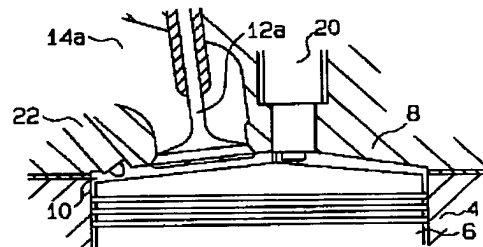
【図12】



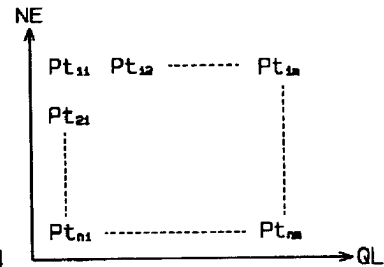
【図2】



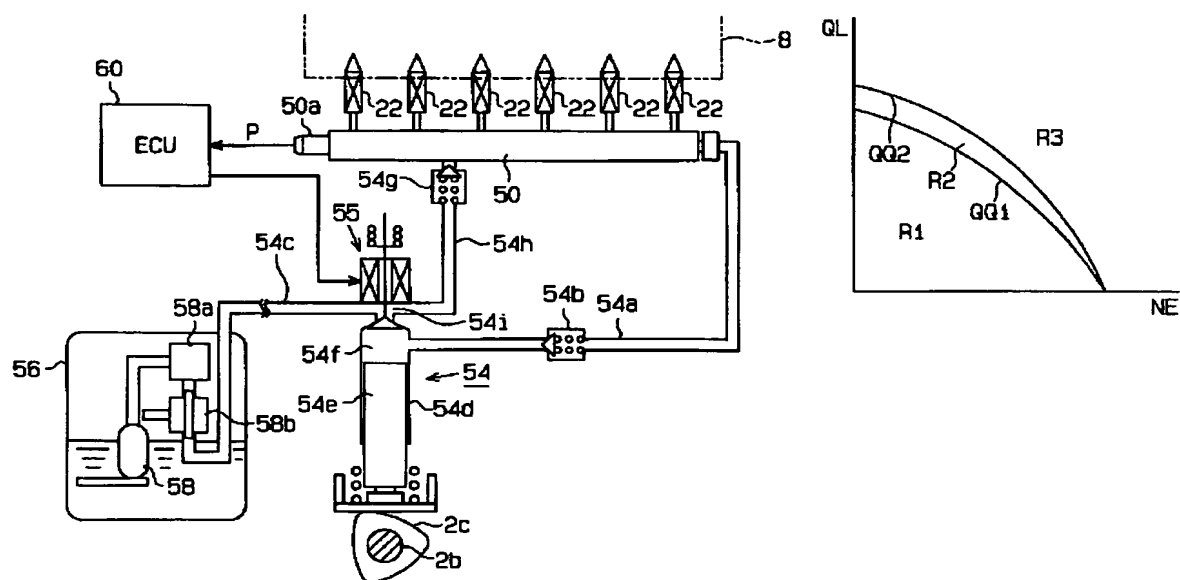
【図6】



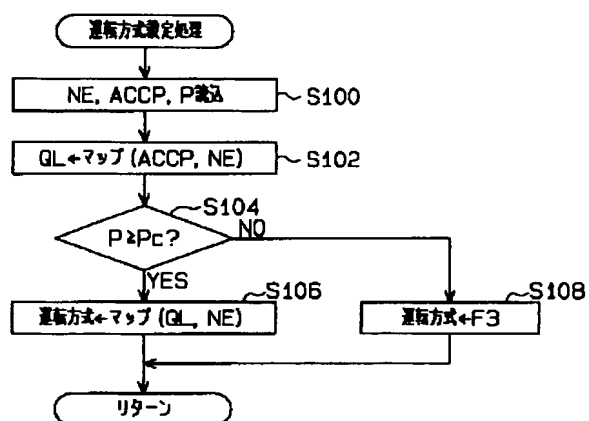
【図16】



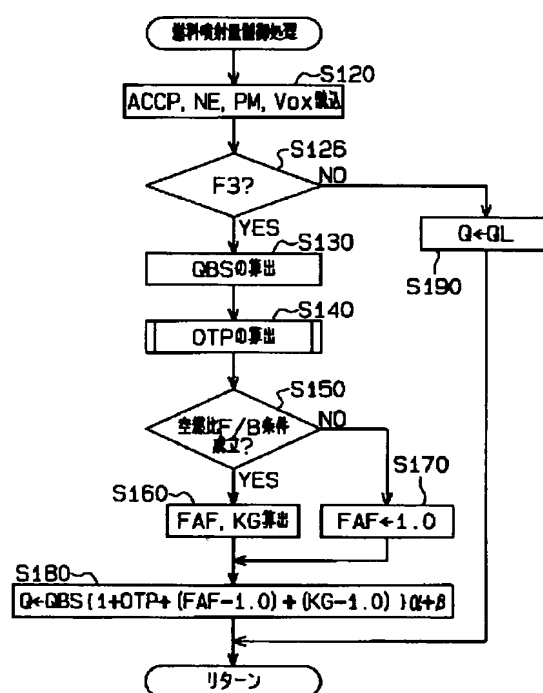
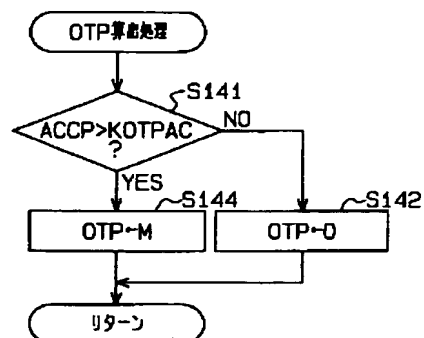
【図 10】



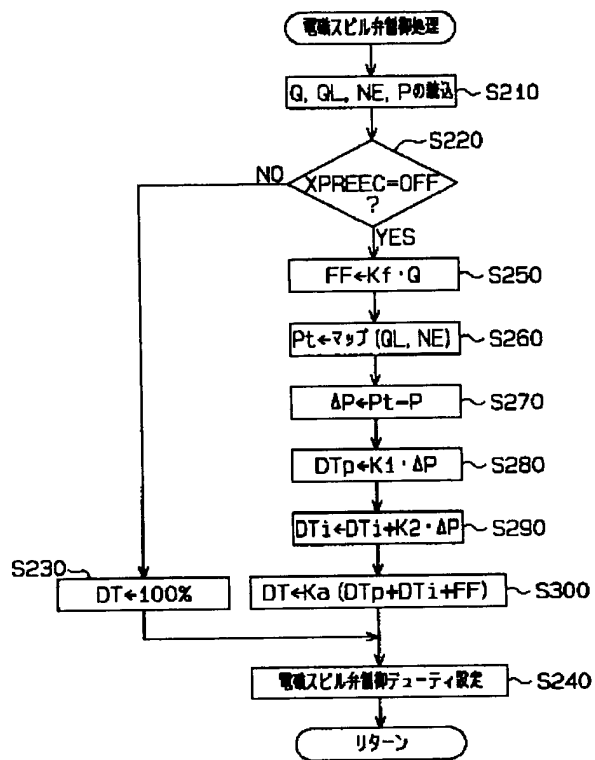
【図 1 1】



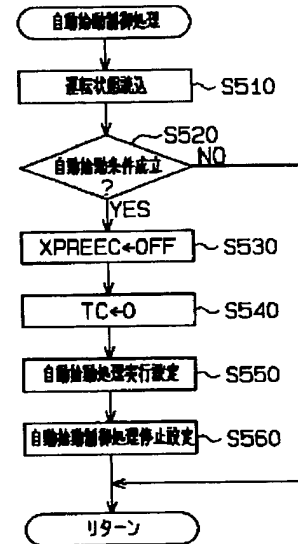
【図 13】



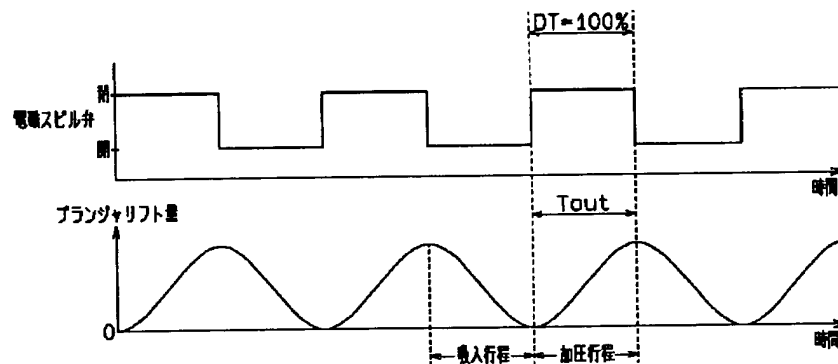
【図14】



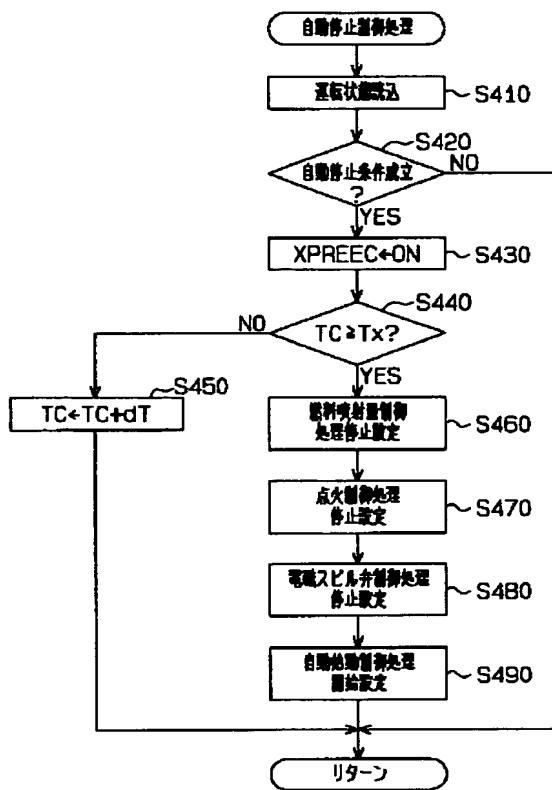
【図18】



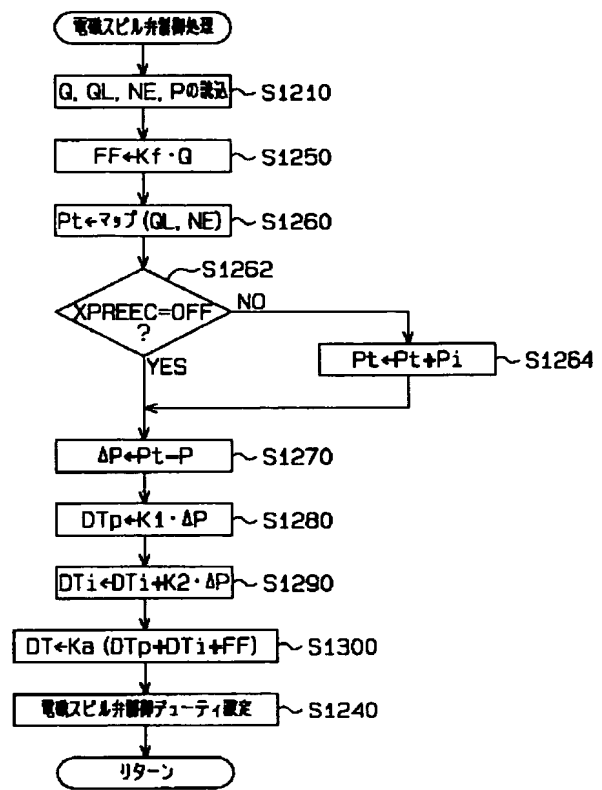
【図15】



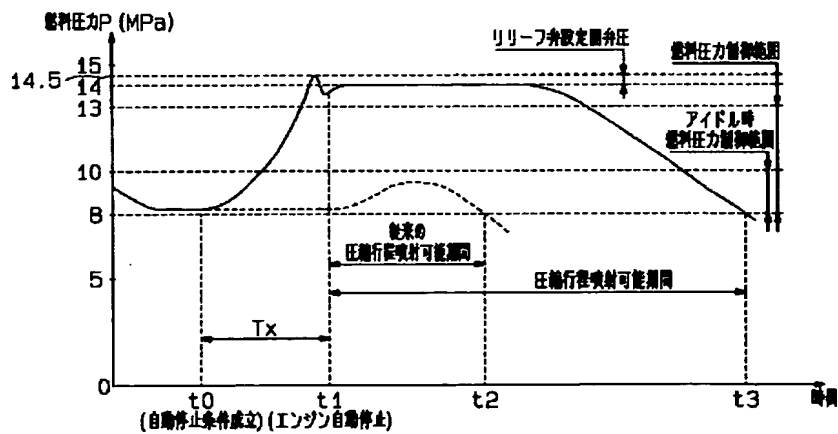
【図17】



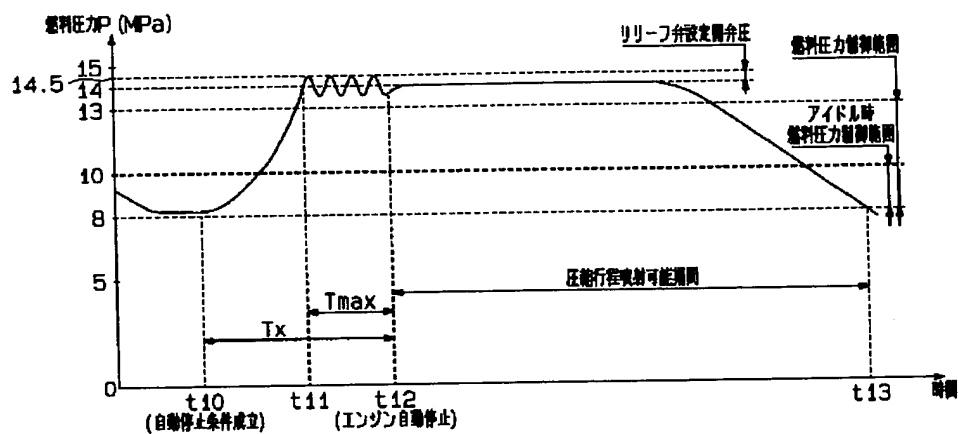
【図22】



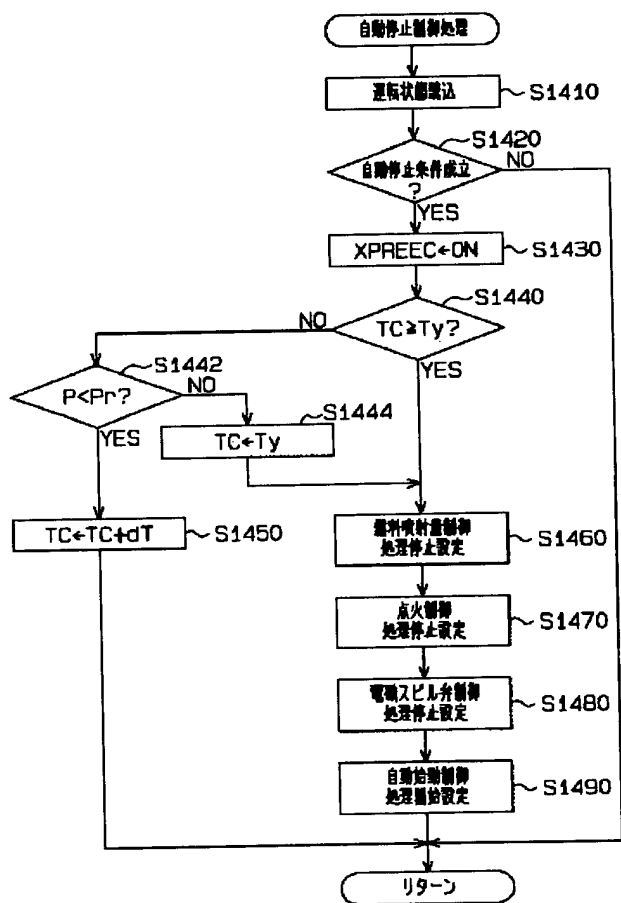
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
F 0 2 M 55/02	3 5 0	F 0 2 M 55/02	3 5 0 P
(72) 発明者 杉山 雅則		F タ-ム (参考)	
愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動		
車 株式会社内			
		3G066	AA02 AB02 AD12 BA12 BA17 CA01S CA08 CA09 CA20U CB07T CB15 CD26 CE02 CE13 CE22 DB19 DC04 DC09 DC14 DC18 DC19 DC24 DC26
		3G092	AA06 AA08 AC03 BB08 CA01 DE09Y DG08 EC01 EC09 FA30 FA32 GA01 GA10 GB01 GB10 HA06Z HA09Z HE08Z HF02Z HF05Z HF08Z HF10Z HF21Z HF25Z HF26Z
		3G093	BA21 BA22 CA00 CA02 DA06 DB05 DB15 DB19 DB23 EA00 EA05 FA04 FA10 FA11
		3G301	HA01 HA04 HA15 KA04 KA28 LA00 LB06 LB07 LC03 NC04 ND01 NE19 NE23 PA11Z PA14Z PE08Z PF01Z PF03Z PF05Z PG01Z

THIS PAGE BLANK (USPTO)